



張鈺炯與他的研發團隊，
以「永磁無刷馬達與驅動器實用化」計畫，
協助促成台灣馬達產業上中下游形成聯盟提，高整體產業競爭力。

永磁無刷馬達 年省一座核能電廠發電量

工研院能環所與機械所共同研發的
「永磁無刷馬達與驅動器實用化」技術，
應用領域廣泛，例如近來熱門的DC變頻冷氣，即是
採用該技術。歷經10年的研發歷程，該技術獲得
日本及中國家電大廠的讚許，
有點像是古時候寒窗苦讀的學子，雖不致
「十年無人問，一舉天下知」，
但其堅持的毅力，不得不令人欽佩！

文 王秀芳 攝影 鄒福生

馬達是生活中常見的動力來源，例如電風扇、冰箱、冷氣機等，都是依靠馬達才能運轉，而於其他工商業設備上的應用，更是不勝枚舉，所以電力消耗約佔總銷售電量的一半以上。工研院能源與環境所住商節能技術組經理張鈺炯指出，以台灣而言，若一組馬達的效率提升10%，總合下來，一年約可節省100億度的

電量，相當於一座中大型核能發電廠的發電量！

張鈺炯說，其實許多電器用品的馬達時常是在低負載運轉，但是傳統感應馬達則採用分段式的定轉速來對應，然而低速運轉時，除了效率相當差外，所提供的環境要求的舒適度也不易達成，大部分需求只要微弱風，但是機器卻無法達成。為了解決這些問題，可無段變速且具高效率低速運轉的永磁無刷馬達應用技術，就應運而生。

運轉效率提升，節能一把罩

永磁無刷馬達應用可以提升設備運轉效率，進而達成節能的顯著效果。「我們曾以同一座電扇運轉一定時間來做實驗，比較傳統定速感應馬達與永磁無刷馬達的節能能力。採用永磁無刷馬達的電扇，於強速運轉時可省電50%，而在弱速運轉時可省電達70%！」張鈺炯以實驗數據說明永磁無刷馬達的效能。

「永磁無刷」是電機產業的專有名詞，指的是：在馬達轉子上裝置磁鐵，以具有馬達電流換向控制功能的IC晶片驅動電力開關模組（俗稱功率模組），用以控制馬達的運轉，不需使用如傳統直流馬達要使用的碳刷，來進行電流換向而控制馬達運轉。

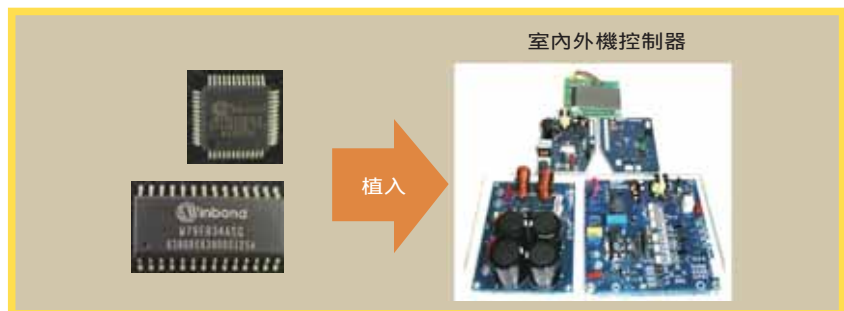
驅動控制器是永磁無刷馬達的重要零組件之一，除了負責輸

入電力的開啟與轉換，並驅動馬達轉動之外，還要接受設備系統對功能需求的感測資訊，以進行解析與決策，而使系統設備達成高效能的運轉；而其中的關鍵元件之一，便是要具有功能強且成本具競爭力的控制晶片。張鈺炯驕傲地說，「我們與IC設計公司合

雖不在屋內，也可以控制所有的家電

形成聯盟，突破日本障礙

永磁無刷馬達的應用範圍很廣，可用在壓縮機、風機、閥、泵、傳動機構、發電系統，橫跨了冷凍冷藏、車輛、空調、能源、工業



能環所完成的無感測完整驅動控制模組化，8及32位元磚用晶片，馬達驅動完整功能，價位具國際競爭力。



瑞智的1.0/1.5hp永磁無刷冷媒壓縮機，效率 92%，減銅23%，減重38%，減體積45%。

資料來源：工研院能環所

作，發展出具驅動永磁無刷馬達進行無位置感測的驅動控制專用晶片，是亞太地區除了日本以外，第二個擁有此技術的國家，而且已完成商用模組化的量產製作。」

若驅動控制器的功能加以延伸，將可成為智慧家電的基礎建設。張鈺炯解釋，因為它本身具有高速運算、類比轉數位及數位轉類比等多輸出的功能，如果能結合台灣產業基盤堅實的消費性電子與網通IC技術，如此一來，人

國防、航太等產業，而且早與我們的日常生活息息相關，譬如目前大家耳熟能詳的DC變頻冷氣，就是採用永磁無刷馬達的技術。

工研院的「永磁無刷馬達與驅動器實用化」計畫，是由能環所與機械所共同合作研發，於2009年獲得院內的成果貢獻金牌獎。獲獎的原因，除了技術的前瞻性外，更值得一提的是，此技術協助促成台灣馬達產業的上中下游形成聯盟，提高整體產業競爭力，所



經濟部能源局、工研院能環所扮演關鍵推手，良峰、瑞智、新唐等企業緊密配合，推出第一部由國人100%自製的變頻冷氣。

鏈結形成的聯盟技術能力，足以媲美日本，是該計畫獨特之處。該聯盟成員包括：上游的電磁鋼料提供者、中游的鋼片沖裁廠與馬達製造廠，以及下游的壓縮機製造廠與馬達應用設備製造廠。

張鈺炯說，過去永磁無刷馬達的上游材料 -- 高品級電磁鋼片，都只能仰賴日本進口，不但價格高昂，而且容易受人箝制。

「我們協助中鋼公司，讓他們了解壓縮機產業對於電磁鋼片的驚人需求，以及性能規格的要求方向，因而促使該公司願意積極投入。」現在中鋼與下游廠商緊密合作，共同設計輸入 (Design in)，打破以往鋼料只賣給中游沖裁廠的商業模式。

在中游的沖裁廠方面，則以協

助共同開發優質化公模為主要方向，協助國內傳統少量多樣的馬達應用端，提高生產效益並且節省成本。

除了技術援助，聯盟的形成，對於下游的廠商，更協助其突破專利的瓶頸。由於永磁無刷馬達的應用，在日本已經發展了20年，因此日本廠商建構了相當不易突破的專利障礙。張鈺炯指出，「我們聯合了交通大學機械所，於壓縮廠產品設計的初期，即協助合作業者進行完整的專利蒐詢、解析與規避，進而提出具製作與性能競爭力的國際專利申請；同時，委請交大科技法律研究所協助進行專利無侵權判定的確認，而使業者的壓縮機產品無後顧之憂，可以外銷日本。」具體成果是協助瑞

智公司成為日本家電大廠第一次向外採購非日系變頻壓縮機的廠商，特別是在產品的性能與價格上，皆最具競爭力。

未來路：熱泵與共用機組化

研發團隊至今已完成一產業聯盟的計畫、兩家新創公司、三條新產線投產、五項節能技術首例商品化，以及五項國內節能產品的開發，有了這些紮實的基礎，未來將朝DC變頻空調共用機組化，與熱泵共用零組件化的產業需求技術方向開發。這是兩條截然不同的路。

共同機組化，是以開發空調設備室外機具共同機組為目標，就是透過零組件共用與技術整合平台建構，達到製造、研發等成本經費降低，同時，又可以縮短產品開發時間。預計於2010年將展示此雛型機，2011年將產品商品化。

熱泵計畫，則是將傳統空調設備所排出的熱能再加以利用，除了可降低使用冷氣機時的廢熱排放外，同時也可減少額外使用熱能供應設備所需要的電力。張鈺炯舉例說明，冷氣機運轉時所排出的熱能，可以將水加熱或是轉為烘衣機所用，即是製造冷熱多工設備。此計畫研究的另一特殊技術之處，是採用天然介質 - 二氧化碳做為冷媒，一來可將

由能源產業為節能減碳而必須捕捉的二氧化碳廢氣，進行應用以替代目前具高温室效應指數（GWP）的人工合成冷媒，二來冷媒的供應也將不受國際冷媒製造公司的技術與成本壟斷。不過，二氧化碳冷媒尚有多項技術有待突破，例如其臨界溫度點很低，且臨界壓力相當高，在亞熱

帶地域的室溫條件下，需要操作在超臨界的狀態等，皆是技術困難之處。

堅持得點，是永磁無刷馬達技術團隊的最佳寫照。10年前，在研發初期即與團隊合作的國內壓縮機廠商瑞智公司（也是工研院的衍生公司，目前該公司多位高階技術主管，皆是工研院出

身），當時還處於公司產品初期萌芽階段，現已成為全球第四大小型冷氣機的壓縮機供應商，2008年全球供應量高達720萬台，也是目前中國地域最大的壓縮機外銷廠。有了這個經驗與鼓勵，不論從事何種技術的研發，只要方向正確，張鈺炯與他的研發團隊，都會持續走下去。 ■

鴨子滑水，十年有成

永磁無刷馬達技術是由日本首先於20年前開始研發，張鈺炯說，變頻產品除了日本之外，其他國家皆尚在研發中，而台灣於10年前研發永磁無刷馬達技術，「當時除了我們這個研發團隊外，民間廠商亦有投入，但因這期間，恰為台灣3C產業蓬勃發展之時，使得人才以及研發資源均大量投於3C產業，廠商在人才與技術皆不易建構完整之下，逐漸退出，最後仍在永磁無刷馬達研發應用於住商節能領域，而且具有競爭力的，就只有我們了！」他感歎地說。

10年前張鈺炯原本於機械所研發定速感應馬達型的壓縮機，也曾獲頒工研院的研究成就團體銀牌獎。由於馬達與壓縮機技術，最終需要與系統搭配方稱技術完整，因此，整個研發團隊經由所與所的技术移轉，落腳能環所，並且

將研發方向鎖定為具高節能效益的變頻應用技術。

回首研發之路，張鈺炯語重心長的說，技術需要有時機配合，太早出現，若沒有商機，技術也會被淹沒。他指出，因為近兩三年來，節能減碳的風氣興盛，讓變頻技術受到極大的青睞，永磁無刷馬達技術才有發揮的舞台；加上台灣原本受注目的3C產業，由於中國、韓國廠商的崛起，光芒削減，永磁無刷馬達技術才開始受到IC與半導體業的重視。

對於10年的長時間努力，他笑著說，永磁無刷馬達是院內少見的長壽型計畫，而且當初自機械所出來的機械人才都留在團隊中，「這段期間，我們從零開始培養電機與控制人才，經由多項技術領域的研發同仁意願長期合作下，才能完成此橫跨電機、機械、控制等各領域的



張鈺炯指出，永磁無刷馬達是院內少見的長壽型計畫，而且當初是從零開始培養人才。

研發計畫。」

在台灣激烈的產業人才競逐中，如何留住研發人才？對此他認為，建構一個具有產業展望的平台，是讓同仁可以持續研發的驅動力；簡單的說，能使自己研發的技術實際應用在市面上所銷售的冷氣、電冰箱等商品上，除了與有榮焉，也具技術踏實感，同時，也證實了台灣廠商需要如此的研發技術協助。 ■